

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Система контроля движения на базе индуктивного датчика перемещения
УДК 004.896:681.586:531.7:658.512.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E71	Бурдин Валентин Романович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев Михаил Сергеевич	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Дукарт Сергей Александрович	К.Т.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н., доцент ОАР ИШИТР		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах);
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций;
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
ОПК(У)-2	Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем;
ОПК(У)-3	Владеет современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности;
ОПК(У)-4	Готов собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности;
ОПК(У)-5	Способен использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности;

ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;
ПК(У)-2	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;
ПК(У)-3	Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий;
ПК(У)-4	Способен осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск;
ПК(У)-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;
ПК(У)-6	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
ПК(У)-7	Готов участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок;
ПК(У)-8	Способен внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности;
ПК(У)-9	Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем.
ПК(У)-10	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;
ПК(У)-11	Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием;
ПК(У)-12	Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов

	мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями;
ПК(У)-13	Готов участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний.
ДПК (У)-1	Способен проводить проверку технического состояния оборудования, настройку систем управления и обработки информации с использованием соответствующих инструментальных средств.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Мамонова Т.Е.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8E71	Бурдин Валентин Романович

Тема работы:

Система контроля движения на базе индуктивного датчика перемещения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 50-13/с от 19.02.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является установка для исследования характеристик индукционного датчика перемещения. Рабочая зона оператора располагается в специально оборудованном помещении, где работник занимается непосредственно своими обязанностями. Область применения объекта – сельское хозяйство, транспортная отрасль, металлургия, машиностроение</p>
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Литературный обзор 2. Обоснование выбора исследуемого датчика 3. Натурные испытания 4. Оценка чувствительности 5. Интерпретация результатов
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Графическая презентация в формате .PPTX на 18 слайдах

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Основная часть	Цавнин Алексей Владимирович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Дукарт Сергей Александрович
Социальная ответственность	Аверкиев Алексей Анатольевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E71	Бурдин Валентин Романович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Уровень образования - Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения - весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев Михаил Сергеевич	К.Т.Н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н., доцент ОАР ИШИТР		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Е71	Бурдину Валентину Романовичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 1500000,00 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 250000,00 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение интегрального показателя эффективности до и после внедрения проекта увеличилось на 1,5 единиц
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Районный коэффициент – 1,3 Коэффициент дополнительной заработной платы – 0,15 Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 0,302 Коэффициент накладных расходов – 0,16.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Описание потенциальных потребителей 2. Quad-анализ 3. SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Описание структуры работ в рамках научного исследования. 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования. 3. Подсчет бюджета проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Определение интегрального показателя

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Дукарт Сергей Александрович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е71	Бурдин Валентин Романович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8E71	Бурдину Валентину Романовичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Тема ВКР:

Система контроля движения на базе индуктивного датчика перемещения	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является установка для исследования характеристик индукционного датчика перемещения. Рабочая зона оператора располагается в специально оборудованном помещении, где работник занимается непосредственно своими обязанностями. Область применения объекта – сельское хозяйство, транспортная отрасль, металлургия, машиностроение
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).</p> <p>Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.</p> <p>Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования ГОСТ 12.2.032-78.</p> <p>Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования ГОСТ 21889-76.</p> <p>Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.</p>
2. Производственная безопасность: <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата – Превышение уровня шума – Отсутствие или недостаток естественного света

	<ul style="list-style-type: none"> – Недостаточная освещенность рабочей зоны – Повышенная напряжённость электрического поля – Поражение электрическим током
3. Экологическая безопасность:	На атмосферу влияют вредные выбросы при производстве составных элементов робота, также пагубное влияние на литосферу при их утилизации. При сливе, отходы попадают в сточные воды и оказывают негативное влияние на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В процессе разработки наиболее вероятно ЧС техногенного характера – пожар (возгорание). В процессе эксплуатации наиболее вероятно ЧС социального-криминального характера – диверсия

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E71	Бурдин Валентин Романович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 70 страниц, 20 рисунков, 16 таблиц, 35 источников.

Ключевые слова: датчик перемещения, стенд, подвижный объект, система перемещения.

Объектом исследования является индукционный датчик.

Цель работы – Оценка чувствительности на базе системы перемещения.

В процессе исследования проводились натурные испытания для получения экспериментальных данных, математические расчеты для оценки чувствительности датчика с целью выбора наиболее эффективной величины зазора, как необходимого параметра для установки датчика на техническую установку, а также верификация паспортных характеристик измерителя.

В результате исследования была рассчитана эффективная величина зазора.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: система перемещения с рабочим ходом 1 метр, которая работает за счет работы двигателя постоянного тока с мощностью 30 Ватт, управляемого с помощью блока управления. Индукционный датчик серии ДБ2.18М.65.8.9 с выходом 4-20мА.

Степень внедрения: апробация на лабораторной учебной установке

Область применения: система перемещения

Экономическая эффективность/значимость работы было выявлено повышение интегрального показателя на 1,6 единиц (на 54,24 %). Данная цифра показывает потенциальную возможность успешного внедрения продукта.

В будущем планируется полномасштабная разработка стенда для исследования скоростных характеристик

Содержание

Введение	14
1 Обзор разновидностей датчиков перемещения	14
1.1 Ёмкостные датчики перемещения	15
1.2 Оптические датчики перемещения	16
1.3 Ультразвуковые датчики движения	19
1.4 Магниторезистивные датчики перемещения	20
1.5 Потенциометрические датчики перемещения	21
1.6 Датчики Холла	22
1.7 Индукционные датчики перемещения	23
2 Описание стенда	27
3 Определение максимально эффективного расстояния от датчика до подвижного объекта	29
Социальная ответственность	32
1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	33
2 Производственная безопасность	35
3 Превышение уровня шума	37
4 Недостаточная освещенность рабочей зоны	38
5 Отклонения параметров микроклимата	38
6 Статическое электричество	39
7 Электрический ток	39
8 Экологическая безопасность	40
8.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду. ...	40
8.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду	40
8.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	41
9 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	42
9.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	42
9.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.	42
9.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	42

10 Заключение по разделу Социальная ответственность.....	44
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	45
1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	45
1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	45
1.2 Технология Quad	46
1.3 SWOT-анализ.....	48
2 Планирование научно-исследовательских работ	50
2.1 Структура работ в рамках научного исследования	50
2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	51
2.3. Разработка графика проведения научного исследования	52
3 Бюджет научно-технического исследования	55
3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	55
3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных целей..	56
3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	57
3.4. Дополнительная заработная плата.....	59
3.5 Отчисления во внебюджетные фонды	59
3.6 Накладные расходы	60
3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	61
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	62
Оценка экономической эффективности проекта	64
Заключение	66
Список используемой литературы	67

Введение

В настоящее время, датчики перемещения получили большое признание в промышленном производстве, при чем сфера их влияния достаточно разнообразна:

1. Сельское хозяйство
2. Транспортная отрасль
3. Металлургия
4. Машиностроение
5. Изготовление станков
6. Пищевая промышленность
7. Деревообработка

В каждой из отраслей данные датчики могут выполнять разные задачи:

1. Бесконтактный контроль положения объекта в пространстве
2. Сортировка металлических объектов
3. Проверка объектов на целостность
4. Контроль перемещения объектов
5. Контроль скорости объектов
6. Контроль различных частей машин и механизмов

В силу того, что данные датчики имеют широкий спектр применения, актуальность изучения их характеристик и принципа работы очень важна для будущего использования.

1 Обзор разновидностей датчиков перемещения

Датчик перемещения – это прибор, реагирующий на любое изменение положения объекта (угловое или линейное). Видов датчиков линейного перемещения:

1. ёмкостные;
2. оптические;
3. ультразвуковые;

4. магниторезистивные;
5. потенциометрические;
6. на основе эффекта холла;
7. индукционные и тд.

Рассмотрим принцип действия каждого из датчиков.

1.1 Ёмкостные датчики перемещения

Ёмкостные датчики перемещения имеют 2 способа работы. Первый принцип (рисунок 1) заключается в том, что при воздействии со стороны объекта контроля происходит изменение расстояния между обкладками конденсатора и, следовательно, изменяется емкость конденсатора, что приводит к изменению величины выходного электрического сигнала. Далее это изменение подается на измерительный прибор, после чего осуществляется управление объектом как в ручном, так и автоматического режимах.

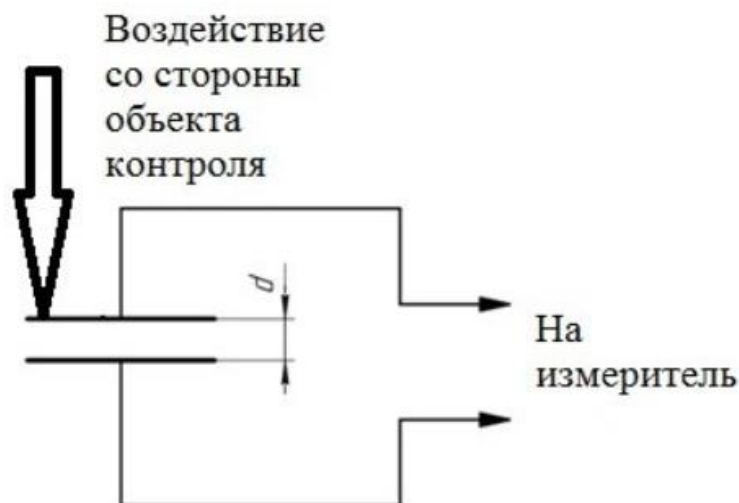


Рисунок 1 - Ёмкостной датчик перемещения, работающий по воздействию на расстояние между обкладками

Второй способ (рисунок 2) работы заключается во влиянии на диэлектрическую проницаемость диэлектрика между обкладками, т.е. исследуемый объект перемещается непосредственно между обкладками. Во время того, как исследуемый объект перемещается между обкладками, происходит все аналогично с первым способом, сигнал подается на

измеритель, на основе показаний которого осуществляется управление объектом как в ручном, так и автоматического режимах.

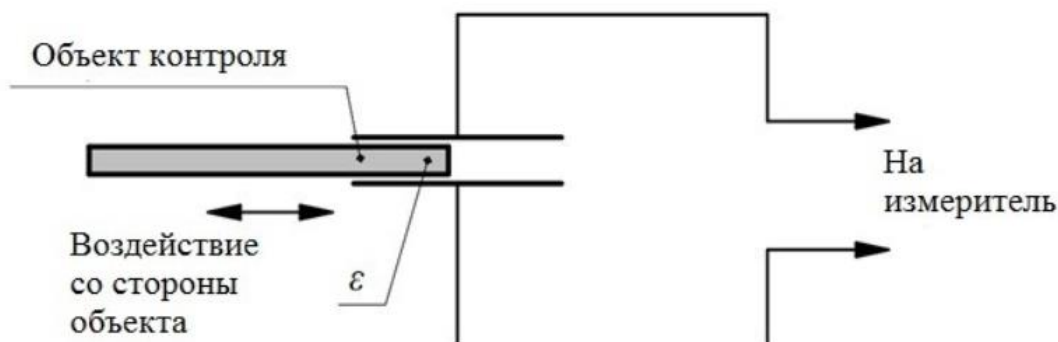


Рисунок 2 - Емкостной датчик перемещения, работающий по воздействию диэлектрическую проницаемость

Одним из примеров таких датчиков является датчик серии SM11, данные датчики используются для позиционирования, обнаружения и подсчета любого рода объектов. Также они применяются для контроля уровня жидкости в резервуарах.

1.2 Оптические датчики перемещения

Работа оптических датчиков перемещения основывается на фотоэлектрическом эффекте, т.е. датчики формируют электрический сигнал на основе отраженного светового пучка.

Классификация оптических датчиков включает в себя 3 вида, в зависимости от характера и вида оптических явлений, лежащих в основе их работы.

- Тип Т – Барьерный (рисунок 3) данные датчики непрерывно получают сигнал от излучателя в виде светового потока, а в момент прохождения объекта через линию прохождения светового потока, сигнал прерывается. В момент прерывания сигнала в систему подается сигнал, который сигнализирует о появлении объекта.

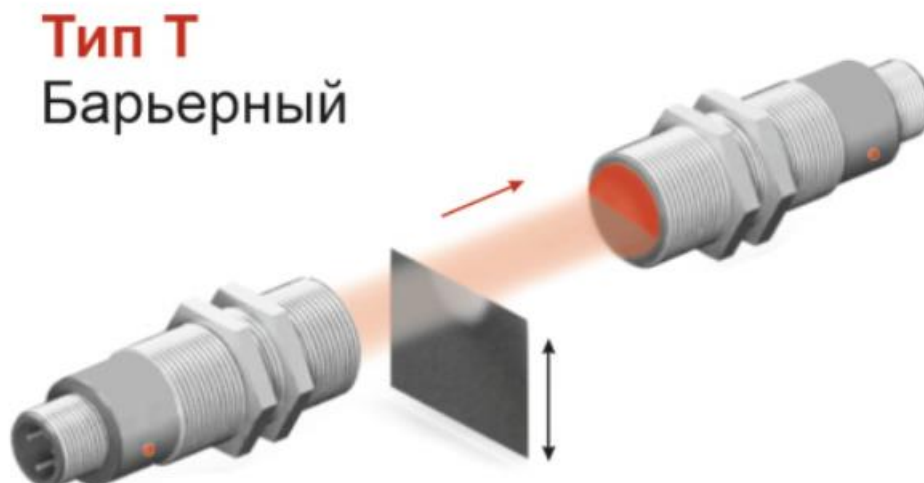


Рисунок 3 - Оптический датчик типа Т

- Тип R – Ретрорефлекторный (рисунок 4) данный датчик проходит двойной путь от излучателя до отражателя и в обратную сторону, если на пути появляется объект, то формируется выходной сигнал, оповещающий о нахождении объекта.

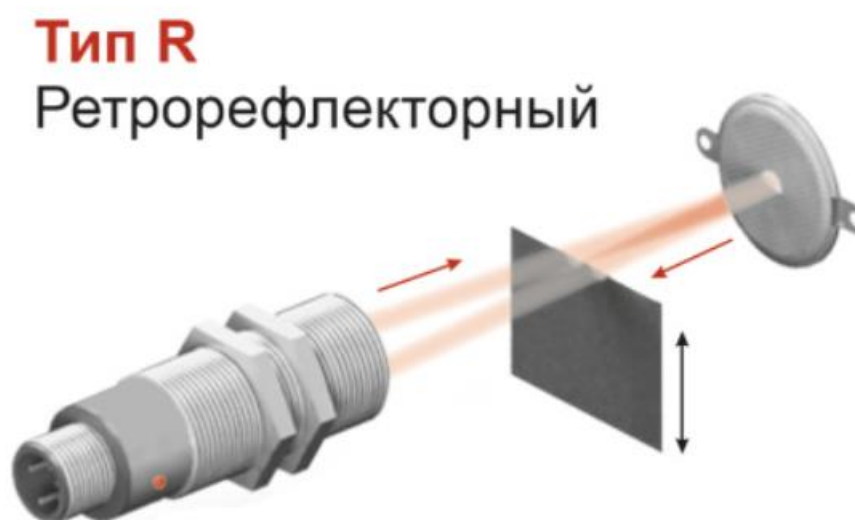


Рисунок 4 - Оптический датчик типа R

- Тип D – Диффузионный (рисунок 5) данный вид датчиков принимает рассеянный отраженный сигнал от объекта, который мы контролируем.

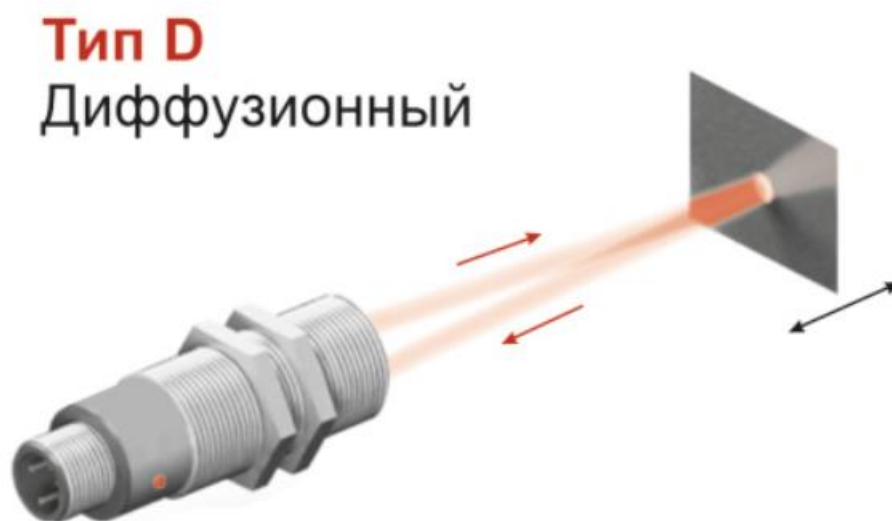


Рисунок 5 - Оптический датчик типа D

Самым распространенным примером датчиков перемещения является датчик Navigator 71 967 NS-IRM05-WH. Данный датчик используется для экономии электроэнергии, как в многоквартирных домах, так и частных. При обнаружении объекта, в данном случае – человека, датчик подает сигнал на источник питания, который подает напряжение на осветительный прибор.

1.3 Ультразвуковые датчики движения

Данные ультразвуковые датчики перемещения работают на основе обратного пьезоэлектрического эффекта, т.е. на пьезокристал, который находится внутри датчика, подается переменное напряжение высокой частоты. Из-за подачи такого напряжения пьезокристал начинает сжиматься и расширяться с высокой частотой, что приводит к высокочастотному изменению давления вокруг самого пьезокристалла. Данное давление вызывает направленные колебания, что называется ультразвуком.

Обнаружение объекта с помощью ультразвукового датчика происходит благодаря эффекту Доплера, который заключается в том, что при изменении расстояния между объектом издающий звук и наблюдателем, меняется частота и длина волны.

За счет изменения частоты данный вид датчика и распознает объект. В каждый датчик помещен генератор звуковых волн, частота которых находится в интервале 20-60кГц. Датчик непрерывно отправляет звуковую волну в пространство, а затем получает отраженную волну (рисунок 6). За счет созданного отклонения от встроенного параметра происходит замыкание электрической цепи, в результате чего активируется заданная функция.

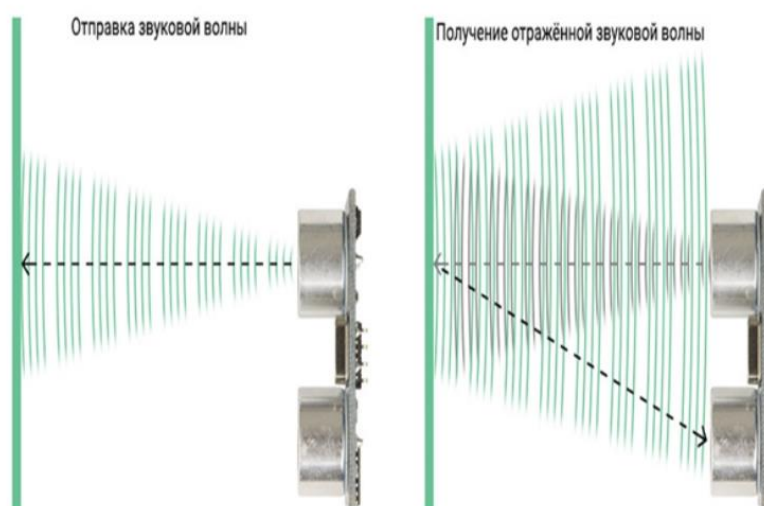


Рисунок 6 - Способ работы ультразвукового датчика перемещения

Ультразвуковой датчик серии HC-SR04 широко используется на платформе Arduino, благодаря простоте в подключении, данный датчик получил большую популярность в сфере робототехники и мехатроники.

1.4 Магниторезистивные датчики перемещения

Принцип работы данного датчика основывается на изменении электрического сопротивления при внесении его в магнитное поле с индукцией.

При внесении датчика в магнитное поле, возникающая сила Лоренца вызывает отклонение электронов от прямолинейного движения, что удлиняет их путь, как это представлено на рисунке 7 а и 7 б.

На основе величины данного отклонения, вызванного электромагнитными силами, осуществляется измерение величины перемещения.

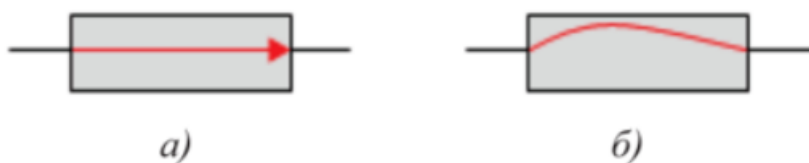


Рисунок 7 - Магниторезистивный датчик: а – до помещения в магнитное поле, б – после помещения в магнитное поле

Магниторезистивный датчик серии 2SS52M-T2 используется в металлоискателях, при появлении в рабочей зоне металлического объекта, датчик подает сигнал об изменении электрического сопротивления, далее этот

сигнал формируется в звуковой сигнал, что оповещает человека о том, что рядом есть металлический объект.

1.5 Потенциометрические датчики перемещения

Основой данного датчика является реостат, который при изменении положения ползунка изменяет свое электрическое сопротивление (рисунок 8).

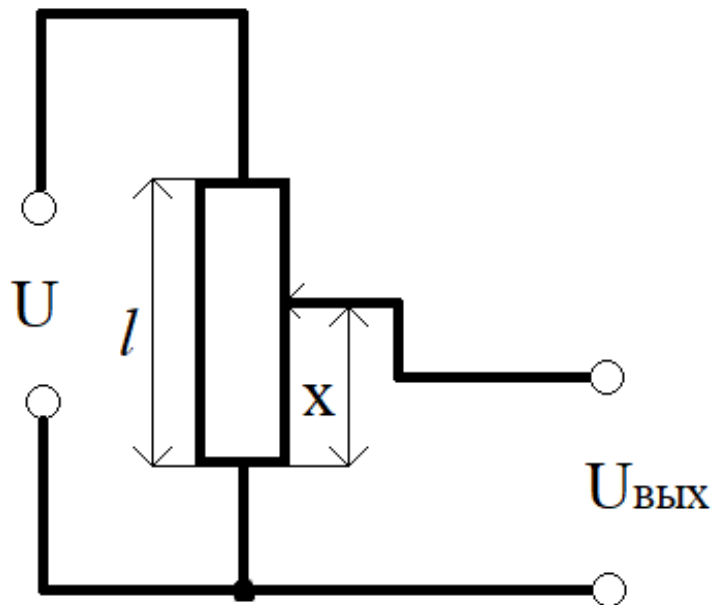


Рисунок 8 - Потенциометрическая схема подключения

Конструкция потенциометрического датчика перемещения состоит из 3 ключевых компонентов (рисунок 9).

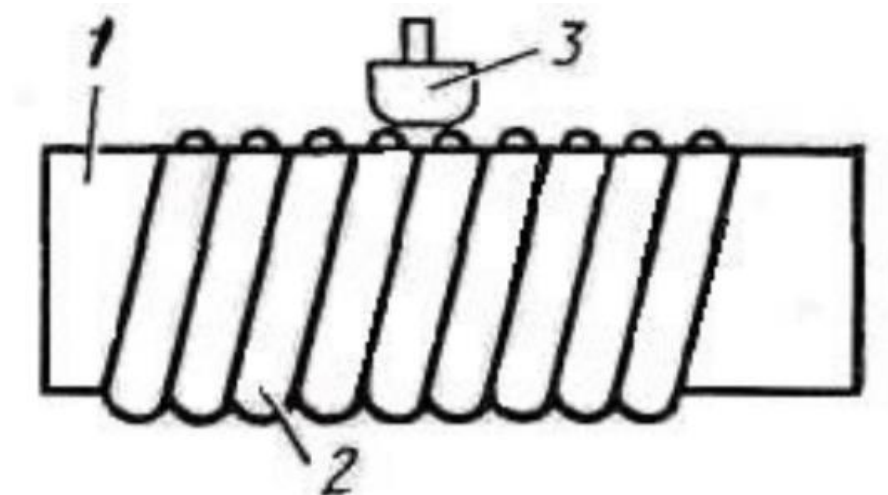


Рисунок 9 – Конструктивная схема потенциометрического датчика перемещения

1. Каркас
2. Однослойная обмотка
3. Движок (щётка)

Распространенным примером потенциометрического датчика перемещения является датчик серии LFP-0500-001-001-001, датчик предназначен для измерения положения объекта. Данный тип датчика используется в условиях повышенных температур и высоких электрических помех.

1.6 Датчики Холла

Очевидно, что данные датчики работают, основываясь на эффекте Холла. Эффект Холла был открыт в 19 веке физиком Эдвином Гербертом Холлом, который занимался термоэлектрическими исследованиями и заметил необычный эффект, который заключается в том, что если над пластиной, по которой пустили ток, перпендикулярно поместить постоянный магнит, то на боковых стенках появится напряжение, сейчас это напряжение называют

напряжением Холла. Это напряжение всегда очень мало, поэтому в схемы ставят дополнительные усилители, чтобы эффект Холла был более заметен (рисунок 10).

Одним из примеров датчика Холла является датчик серии KY-035, который преобразует индукцию поля в напряжение, у датчика большая область применения, но один из способов применения – это измерение перемещения объекта исследования.



Рисунок 10 - Эффект Холла

1.7 Индукционные датчики перемещения

Индукционный датчик перемещения работает за счет генерации магнитного поля в следствие пропускания тока по катушке, которая намотана на сердечник (рисунок 11).

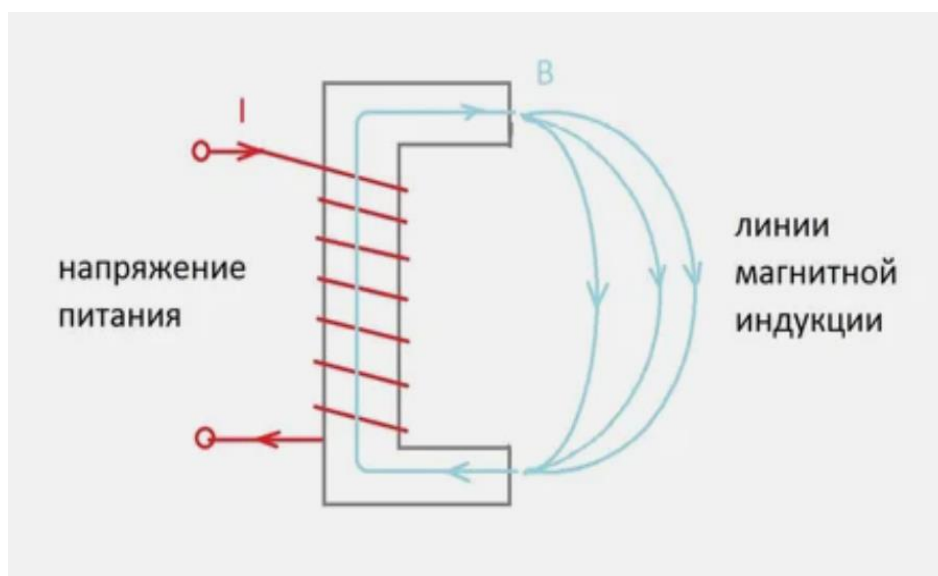


Рисунок 11 - Поведение линий магнитной индукции в воздушном пространстве

Во время выхода в воздушное пространство линии магнитной индукции рассеиваются, и магнитная проводимость ухудшается. Из-за этого уменьшается и протекание электрического тока, что сигнализирует системе о том, что объект не обнаружен.

При попадании объекта в поле работы индукционного датчика, напряженность магнитной индукции резко возрастает. Следует заметить, что объект должен быть металлическим, в противном случае, датчики данного типа будут неприменимы. Поведение линий магнитной индукции при попадании объекта в рабочую зону наглядно показано на рисунке 12.

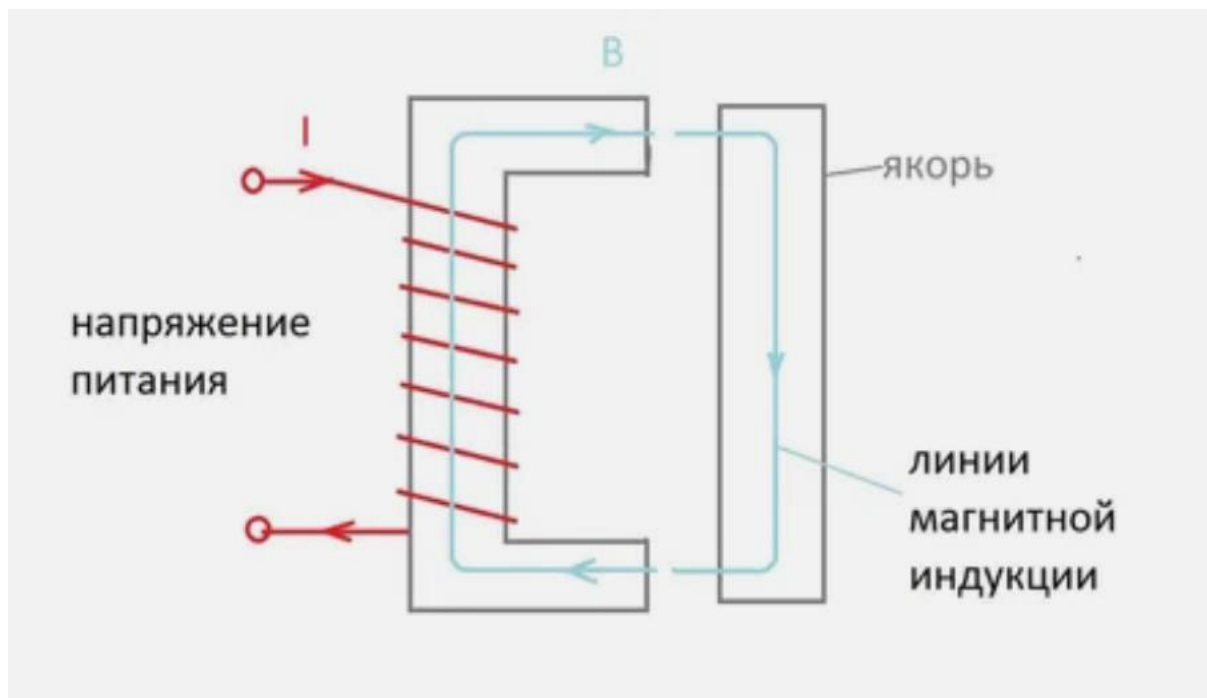


Рисунок 12 - Поведение линий магнитной индукции при попадании объекта в рабочую зону

Далее все происходит аналогично с другими датчиками перемещения, т.е. наличие объекта в области обнаружения датчика приводит к изменению величины выходного сигнала, на основе которого осуществляется регулирование тем или иным технологическим процессом.

Одной из разновидностей данных датчиков является датчик серии LJ8A3-2-Z/BX, аналог данного датчика установлен в вышеописанной лабораторной установке.

Индукционные датчики перемещения обладают рядом преимуществ в сравнении с другими видами:

1. Простая конструкция
2. Высокая прочность
3. Возможность подключения к промышленным сетям питания
4. Обладают высокой чувствительностью

5. Высокая скорость реагирования
6. Долгий срок службы
7. Цена ниже остальных

К недостаткам индукционных датчиков относятся:

1. Возможность работы только с металлическими объектами
2. Прямая зависимость от сети питания

В силу преобладания преимуществ над недостатками, , а также его высокой распространенностью в индустрии, выбор пал на индукционный датчик перемещения.

2 Описание стенда

Изучение принципа работы индукционного датчика перемещения происходит на стенде, который изображен на рисунке 13.

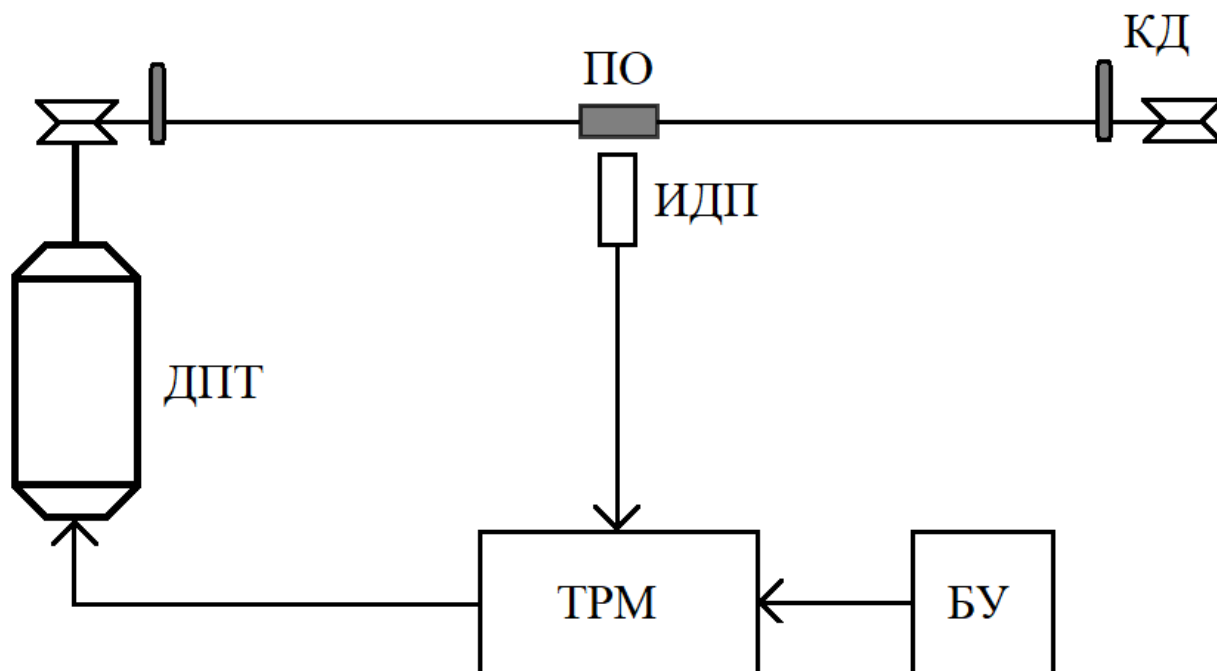


Рисунок 13 - Лабораторный стенд

На рисунке 13 введены обозначения, которые расшифровываются следующим образом:

- ДПТ – Двигатель постоянного тока;
- ИДП – Индукционный датчик перемещения;
- ПО – Подвижный объект;
- ТРМ – Измеритель-регулятор одноканальный Овен ТРМ1;
- БУ – Блок управления;
- КД – Концевые датчики.

Лабораторный стенд устроен следующим образом: подвижный объект представляет из себя небольшой деревянный брусок, к которому прикреплен кусок металла прямоугольной формы. В свою очередь, брусок крепится к подвижной лебедке, управление которой происходит за счет работы двигателя

постоянного тока, управляемого с помощью лабораторного регулируемого источника напряжения. За вращение двигателя постоянного тока в разном направлении отвечает блок управления, где установлены кнопки «ВПРАВО» и «ВЛЕВО». Индукционный датчик перемещения установлен строго посередине стенда, это сделано для того, чтобы брусок мог развить скорость, которая также фиксируется, чтобы рассчитать, какую скорость датчик воспринимает лучше всего. Конструкция стенда позволяет изменять величину зазора между подвижным объектом и датчиком, что позволяет оценить чувствительность сенсора. Величина изменения зазора варьируется в пределах от 1 до 5 мм. Регулировка скорости подвижного объекта производится за счет изменения величины напряжения, которое подается на двигатель постоянного тока. При попадании части бруска, на которой расположен кусок металла в рабочую зону индукционного датчика перемещения, датчик подает сигнал на измеритель-регулятор, который останавливает подачу напряжения на двигатель постоянного тока. Под подвижным объектом расположена сантиметровая шкала, благодаря ей можно узнать скорость срабатывания датчика. По краям стенда установлены концевые датчики для того, чтобы брусок не вышел за пределы.

3 Определение максимально эффективного расстояния от датчика до подвижного объекта

В ходе выполнения ВКР было проведено 5 экспериментов, в каждом из которых менялось расстояние от датчика до подвижного объекта. Данные эксперименты были проведены для определения максимально эффективного расстояния, на котором датчик более чувствителен.

Рабочая зона датчика составляет 8 мм справа и 8 мм слева. Подвижный объект перемещался вручную по 1 мм., и на каждом миллиметре фиксировалось значение тока, которое подавалось от датчика на измеритель – регулятор.

Результаты эксперименты можно увидеть на рисунке 15.

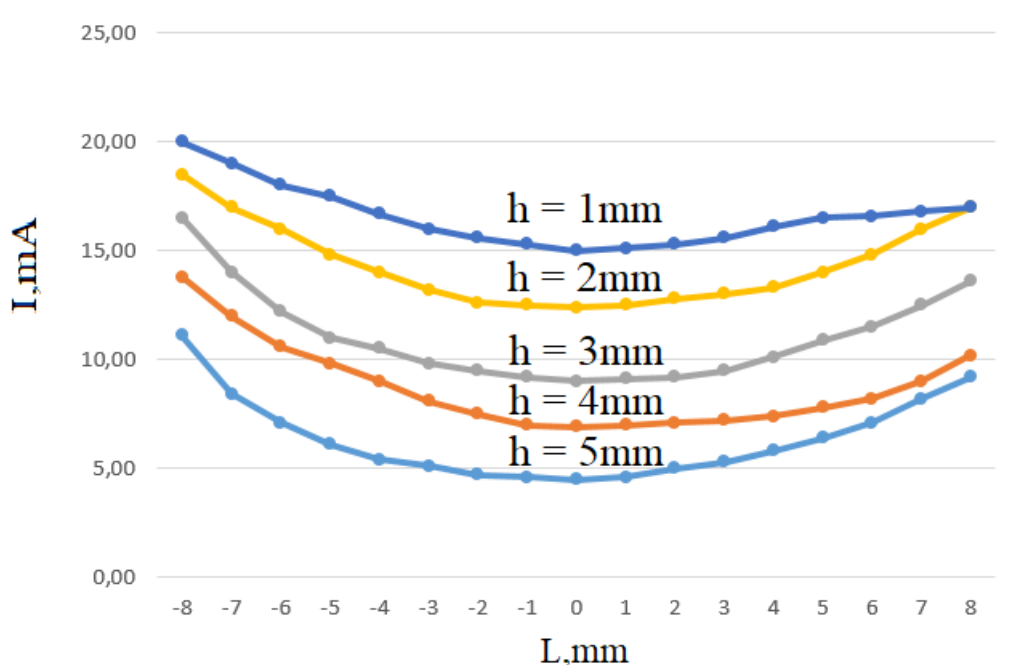


Рисунок 15 - График зависимости тока от расстояния для пяти разных положений датчика

Из полученных данных сложно сделать явные выводы о чувствительности датчика на каждом из заданных расстояний, поэтому было принято решение найти радиусы кривизны каждого графика.

В общем виде радиус кривизны находится по формуле 1.

$$K = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \alpha}{\Delta s} \right| \quad (1)$$

Главной задачей является нахождение радиуса кривизны в заданной точке, для этого требуется взять еще одну точку на расстоянии стремящимся к нулю (рисунок 16), а затем найти предел отношения разницы углов наклона касательных к точкам и смещения.

Из рисунка 16 видно, что Δs – смещение от точки M к M_1 вдоль дуги кривой, а $\Delta \alpha$ – разница углов наклона касательных проведенных к точка M и M_1 .

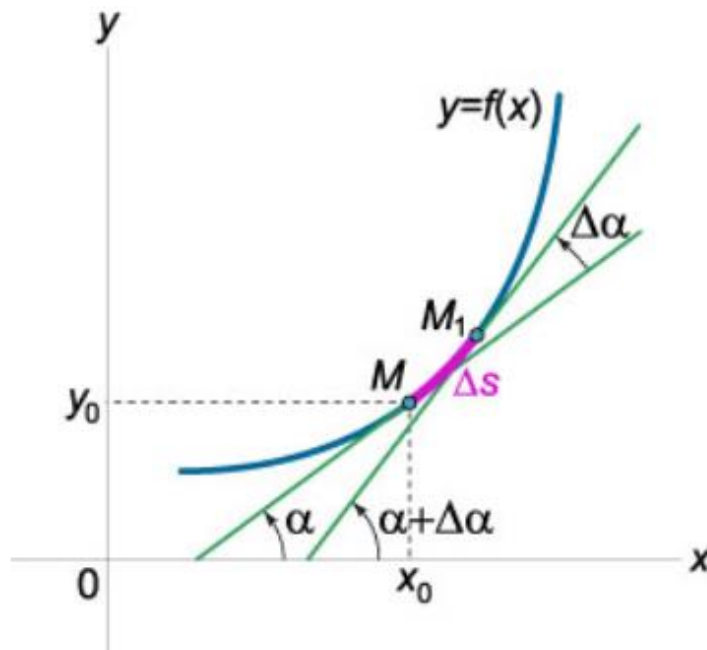


Рисунок 16 - График $f(x)$, с проведенной к нему касательной

Для кривой, которая задана в параметрическом виде, т.е. $x = x(t)$, $y = y(t)$ и точка $M(x, y)$, радиус кривизны находится по формуле 2.

$$K = \frac{|y''(x)|}{[1 + (y'(x))^2]^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

После проведения расчетов с применением реальных вычисленных данных, математически было доказано, что наиболее чувствительным зазором между датчиком и подвижным объектом 3 миллиметра (рисунок 17), т.к. радиус кривизны при зазоре 3 миллиметра самый минимальный, а чем меньше радиус, тем сильнее вогнут график.

```
>> R

R =      h5      h4      h3      h2      h1
      6.2468    10.1504    3.3835    11.3799    5.3030
```

Рисунок 17 – Радиус кривизны для каждого зазора

Социальная ответственность

Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка лабораторного стенда внутри помещения для исследования индуктивного датчика перемещения.

В настоящее время, индукционные датчики перемещения получили большое признание в промышленном производстве, при чем сфера их влияния достаточно разнообразна:

1. Сельское хозяйство
2. Транспортная отрасль
3. Металлургия
4. Машиностроение
5. Изготовление станков
6. Пищевая промышленность
7. Деревообработка

В каждой из отраслей данные датчики могут выполнять разные задачи:

1. Бесконтактный контроль положения объекта в пространстве
2. Сортировка металлических объектов
3. Проверка объектов на целостность
4. Контроль перемещения объектов
5. Контроль скорости объектов
6. Контроль различных частей машин и механизмов

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия, такие как производственная и экологическая безопасность. Кроме того, были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и

действия, которые необходимы к выполнению в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Были выделены и рассмотрены такие факторы, воздействующие на разработчика алгоритма, как: освещение, микроклимат, электромагнитное излучение, шум, нервно-психические перегрузки. К опасным факторам при работе с персональным компьютером можно отнести возможность поражения разработчика электрическим током. Рассматриваются вопросы правового регулирования трудовых отношений, связанных с использованием разработанной системы.

Программные продукты не оказывают непосредственного негативного влияния на окружающую среду, однако их использование сопряжено с использованием персональных компьютеров, что оказывает негативное влияние на литосферу при утилизации ПК.

1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации. В нём описываются основные нормы и правила, которые обязаны соблюдать рабочий и работодатель в случае возникновения трудовых отношений.

Безопасность труда работника регламентируется нормативным документом под названием «Система стандартов безопасности труда» (ССБТ). Обслуживание данной автоматизированной системы управления подразумевает работу с персональным компьютером. В данном случае рабочее место сотрудника регулируется ГОСТ 12.2.032-78[1]. Зонирование рабочего места отображено на рисунке 18. Оптимальным является размещение предметов труда и документации следующим образом:

– моноблок со встроенным дисплеем располагается в центральной части зоны 3;

- клавиатура располагается в зоне 1;
- мышь располагается в зоне 2 справа;
- документация, необходимая при работе
- в зоне легкой досягаемости ладони
- 3, а в выдвижных ящиках стола
- литература, неиспользуемая постоянно.

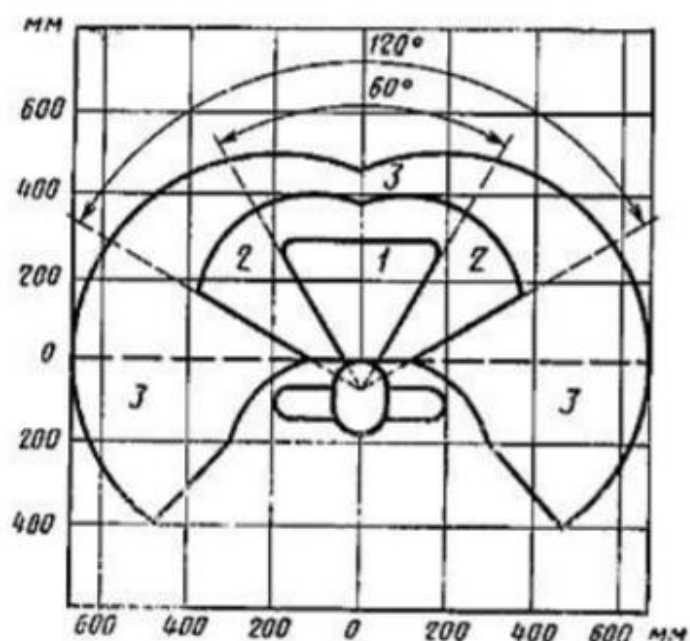


Рисунок 18 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления

Конструкция кресла позволяет регулировать положение сиденья по вертикали.

2 Производственная безопасность

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документа
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Недостаточная освещенность	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [37]
Повышенный уровень шума	-	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [38] СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых,

Продолжение таблицы 1 – Возможные опасные и вредные факторы

				<p>общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. [39]</p> <p>ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация [40].</p>
Изменения показателей микроклимата	+	+	+	<p>СанПиН 2.2.4.548–96.</p> <p>Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [41].</p> <p>ССБТ ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)» [42].</p>
Повышенная напряженность электрического поля	+	+	+	<p>ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [43].</p>
Поражение электрическим током	-	+	+	<p>ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [44].</p>

3 Превышение уровня шума

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум в рабочем помещении может возникать при работе ПК, исполнительных механизмов стенда, от других работающих установок, системы кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Повышенный шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Предельно допустимые уровни звукового давления представлены в таблице 2, исходя из источника [3].

Таблица 2 - Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ

Уровни звукового давления (дБ), в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)									Уровни звука в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Распространенные средства индивидуальной защиты от шума – это пробки, наушники, вкладыши (беруши) и шлемы.

Меры коллективной защиты могут включать в себя, в частности:

- Оценку риска потери слуха работником.
- Использование малошумных машин.
- Использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации.
- Привлечение к работам лиц, не имеющих медицинских противопоказаний по шуму.

- Контроль правильности использования средств индивидуальной защиты.

4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

В данном случае к негативным факторам относятся повышенные уровни излучения, а также увеличенная нагрузка на зрительные органы.

Требования к освещению установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [3] (таблица 3).

Таблица 3 - Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПЭВМ	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношение яркости между рабочими поверхностями	3:1-5:1 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

5 Отклонения параметров микроклимата

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной, требуется соблюдение строгих условий микроклимата для категории работ 1а и 1б.

Кроме того, в рабочих помещениях требуется поддерживать допустимые концентрации вредных и отравляющих веществ в строгом соответствии с гигиеническими стандартами.

Также в помещениях с ПЭВМ должна ежедневно проводиться влажная уборка.

Уставленные гигиенические нормативы для помещений с ВДТ и ПЭВМ для категории работы 1б приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96 [4]).

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1б	(21-23)	(20-24)	(60-40)	0.1
Теплый	(140-174 Вт)	(22-24)	(21-25)	(60-40)	0.1

6 Статическое электричество

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [3] установлен максимальный допустимый электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В. В качестве мер уменьшения влияния вредных факторов на пользователя используются защитные фильтры для мониторов, увлажнители воздуха. Должны использоваться розетки с заземлением. Требуется проводить регулярную влажную уборку.

7 Электрический ток

К опасностям использования электрического тока относятся возможность поражения электрическим током, а также воспламенения электронных устройств из-за воздействия различных условий – попадания влаги или нарушения изоляции.

Поражение электрическим током может привести к ожогам, судорогам, повреждению нервной системы, а также смерти. Возникновение пожара может привести к последствиям, описанным в ГОСТ 12.1.033-81 [8].

Во избежание смерти и других негативных эффектов необходимо соблюдать правил пожарной и электрической безопасности. Подготовка к возникновению данных ситуаций должна производиться до начала работы.

8 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассмотрим характер воздействия проектируемого устройства на окружающую среду, а также выявим предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации стенда.

8.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.

Для разработки системы компенсации веса необходим компьютер, следовательно, в нашем случае воздействие на литосферу происходит при утилизации персонального компьютера. Так же в процессе работы электрические узлы стенда потребляют электроэнергию, при выработке которой, наносится вред окружающей среде.

8.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду.

ПК может нагреваться, а также быть источником электромагнитного и ионизирующего излучения, а также шума. Для защиты здоровья сотрудников, работающих с программным обеспечением, рекомендуется соблюдать необходимую дистанцию при работе с компьютером (от 0.5 до 1 м), а также использовать эффективные охлаждающие системы и наиболее современное и эффективное оборудование.

8.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления» [9] запрещает юридическим лицам самовольно избавляться от опасных отходов. Этим видом деятельности, согласно постановлению Правительства РФ № 340 от 2002 г. [10], могут заниматься только специализированные структуры. В их число входят и фирмы, которые занимаются утилизацией электронных отходов.

Обращение с отходами регламентируется ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами» [11]

Поэтому, при необходимости утилизировать вышедшую из употребления электронику наиболее безопасным для окружающей среды способом необходимо обращаться в специализированную компанию по утилизации. Такие компании действуют на всей территории Российской Федерации, в том числе и в Томской области. Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

Также существуют компании, занимающиеся утилизацией энергосберегающих ламп. Причина опасности данных ламп заключается в наличии ртути в их составе. Специализированные компании занимаются демеркуризацией и утилизацией ртутных отходов. Данные компании имеют специальные лицензии на сбор, использование, транспортировку отходов. В случае выхода из строя используемой электроники или ламп, отходы передаются в соответствующие компании.

9 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

9.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

При выполнении работ наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в лаборатории. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожарной опасности, анализируемое в данной работе помещение относится к категории В [12]. Основные источники возникновения пожара:

- Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях.
- Электрические приборы с дефектами.
- Перегрузка в электроэнергетической системе и короткое замыкание в электроустановке.

9.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.

При внедрении данной установки на производство вероятные ЧС остаются те же, что описаны выше.

9.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Человек, выполняющий работы в аудитории, в случае возникновения пожара или его признаков (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) обязан:

- Немедленно сообщить об этом по телефону «01» в пожарную часть (при этом необходимо четко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию).

- Задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации.

- Принять по возможности меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения и сохранности материальных ценностей.

- Известить о пожаре руководителя или другого работника.

Меры безопасности обеспечиваются системами предотвращения пожара и противопожарной защиты исходя из требований пожарной безопасности [13].

Средствами обеспечения пожаробезопасности являются:

- Огнетушитель, которым обеспечена аудитория, а также пожарный кран, находящийся в здании.

- Системы автоматической пожарной сигнализации.

- Средства организации эвакуации, в том числе технические.

Мероприятиями, обеспечивающими пожаробезопасность, являются:

- Обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям).

- Пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения.

- Обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

10 Заключение по разделу Социальная ответственность

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек при проектировании алгоритма построения карты глубины. Был проведен анализ нормативной документации.

В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма.

Освещение на рабочем месте соответствует нормам – используется несколько энергосберегающих ламп.

Уровни шума находятся в допустимых пределах – источником шума при эксплуатации ПК могут являться системы охлаждения, а также жесткий диск, однако уровень создаваемого ими шума невысок.

Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования.

Защита от повреждений электроники статическим электричеством не обеспечивается, однако так как корпус ПК закрыт, вероятность поражения элементов или работника минимальна (если не прикасаться мокрыми руками к корпусу).

Во время работы делаются перерывы для снижения нагрузки и предотвращения нервно-психических перегрузок.

Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности. В случае выхода из строя используемой электроники или ламп, отходы передаются в соответствующие компании.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время целью производства большинства продуктов является получение прибыли, реже это социальные проект. Именно поэтому так важен этап экономического анализа продукта, можно сказать что не менее важен, чем этапы проектирования и разработки продукта, с точки зрения получения прибыли. Экономического анализ служит для определения потенциальных потребителей, для определения трудозатрат при производстве продукта, для оценки конкурентоспособности и каким именно образом требуется продавать продукт, с тем, чтобы получить максимально возможную прибыль.

Целью рассматриваемого раздела является проведение анализа продукта для выявления его экономической ценности. Эта оценка необходима для поиска потенциальных потребителей, источников финансирования, для формирования цены за единицу продукта и успешности коммерциализации продукта на рынке.

В настоящее время, индукционные датчики перемещения получили большое признание в промышленном производстве, при чем сфера их влияния достаточно разнообразна: сельское хозяйство, транспортная отрасль, металлургия, машиностроение, изготовление станков, пищевая промышленность, деревообработка.

В каждой из отраслей данные датчики могут выполнять разные задачи: бесконтактный контроль положения объекта в пространстве, сортировка металлических объектов, проверка объектов на целостность, контроль

перемещения объектов, контроль скорости объектов, контроль различных частей машин и механизмов

В силу того, что данные датчики имеют широкий спектр применения, актуальность изучения их характеристик и принципа работы очень важна для будущего использования.

Разработка данной системы контроля направлена на удовлетворение потребностей автоматизации при проведении исследований и повышение скорости производства, а также на улучшение образовательного процесса для университетов, которые имеют специальности, связанные с мехатроникой и робототехникой.

Потенциальными потребителями конечного продукта, полученного, в том числе при выполнении данной системы, могут быть университеты, а также крупные компании, которые заинтересованы в отслеживании движущихся объектов.

1.2 Технология Quad

Для оценки перспективности разработки в соответствие с методологией Quad была составлена оценочная карта, представленная в таблице 5.

Таблица 5 – Quad анализ

	Факторы оценки	Вес фактора	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
	1	2	3	4	5	6

Показатели технического потенциала						
1	Энергоэффективность	0,05	90	100	0,9	0,045
2	Надежность	0,1	90	100	0,95	0, 095
3	Уровень материалоемкости	0,05	90	100	0,9	0,045
4	Безопасность	0,1	90	100	0,9	0,09
5	Потребность в ресурсах памяти	0,1	85	100	0,85	0,085
4	Функциональная мощность	0,15	85	100	0,85	0,1275
5	Простота эксплуатации	0,1	90	100	0,8	0,08
6	Качество интеллектуального интерфейса	0,1	90	100	0,9	0,09
7	Ремонтопригодность	0,05	95	100	0,9	0,045
Показатели коммерческого потенциала						
8	Объем трудозатрат	0,05	80	100	0,8	0,04
9	Цена	0,1	70	100	0,7	0,07
10	Финансовая эффективность научной разработки	0,05	80	100	0,8	0,04
	Итого	1				0,8525

На основании данных таблицы и в соответствии с методикой QUAD анализа, можно сделать вывод о том, что средневзвешенное значение перспективности технологии составило 85,25, а так как полученное число больше 80, то, соответственно, внедряемую разработку можно считать перспективной.

1.3 SWOT-анализ

Для того чтобы структурировано описать выбранный вариант решения поставленной цели, а именно разработку собственных программных модулей, применим один из методов стратегического планирования – SWOT-анализ. Анализ позволяет дать качественную оценку текущей ситуации, а также показывает, насколько достижима реализация имеющихся возможностей при наличии внешних угроз.

Процесс анализа можно разделить на два этапа. Начальный представляет из себя выявление сильных и слабых сторон решения, возможностей, а также угроз, завершающий – определение соответствий утверждений, определенных на предыдущем этапе, между собой.

Результаты выполненной в ходе данного этапа работы приведены в таблице 6.

Таблица 6 – SWOT анализ

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	1. Простота использования	1. Отсутствие команды разработчиков
	2. Адаптивность системы к изменениям	2. Низкая скорость разработки
	3. Низкое потребление электроэнергии	3. Необходимость ручной подстройки

		системы под новое оборудование
Возможности: 1. Получение дополнительного финансирования (грант) 2. Заинтересованность со стороны учебных заведений и крупных компаний	Благодаря функционалу системы контроля, простоте его использования, адаптивности к изменениям, а также низкому потреблению электроэнергии возможно появление стороннего финансирования. Это также может повлечь заинтересованность со стороны потребителей.	Получение дополнительного финансирования, а также заинтересованность со стороны потребителей способствует получению средств для найма команды разработчиков, что повысит скорость разработки и способствует совершенствованию системы контроля.
Угрозы: 1. Отсутствие спроса в связи с нестабильной экономической ситуацией в стране 2. Появление более конкурентоспособной системы контроля	Введение в систему контроля новых технологий, а также привлечение квалифицированного персонала способствует улучшению характеристик системы и повысить	Прохождение курсов повышения квалификации поможет повысить компетенции работников, что может положительно сказаться на скорости разработки, а также

	конкурентоспособность продукта.	на усовершенствовании продукта.
--	------------------------------------	---------------------------------------

По результатам проведенного SWOT-анализа, можно сделать вывод о том, что, несмотря на имеющиеся на данный момент угрозы и слабые стороны, действительно существуют решения, которые позволяют как использовать потенциальные возможности, так и нивелировать недостатки. Соответственно, можно сказать о том, что результаты SWOT-анализа достаточны для продолжения работ по проекту.

2 Планирование научно-исследовательских работ

2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование проекта направлено на разработку плана проекта, в котором определены все действия, необходимые для осуществления проекта. План проекта необходим для координации деятельности всех участников проекта. Он описывает, что, кто, как и когда будет делать. Необходимо определить действия, и ответственных персон за их выполнение. Для каждой операции необходимо определить ресурсы для их выполнения.

Для распределения во времени работ используется график Ганта. Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками. Данный раздел посвящен определению структуры научно-исследовательских работ и их планированию.

Перечень этапов работы и распределение исполнителей представлен ниже в таблице 7, где Н – научный руководитель, С – студент-дипломник.

Таблица 7 – Перечень работ и распределение исполнителей

№ раб	Этапы работы	Исполнители работы
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Н
2	Составление и утверждение ТЗ	С, Н
3	Подбор и изучение теоретического материала по тематике	С
4	Разработка календарного плана	С, Н
5	Обсуждение литературы	С
6	Составление структурной схемы устройства	С
7	Разработка блок – схемы, принципиальной и функциональной	С
8	Выбор и расчет элементов	С
9	Лабораторные испытания системы	С, Н
10	Оформление расчетно – пояснительной записки	С
11	Подведение итогов, оформление работы	С, Н

2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоёмкости работ, необходимо оценить минимальное и максимальное затраченное на работу время. Произведём расчёт ожидаемой трудоёмкости с помощью следующей формулы:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}. \quad (3)$$

Где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел./дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел./дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней.

2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2021 году 365 календарных дней, 299 рабочих дней, 66 выходных/праздничных дней. Таким образом, коэффициент календарности на 2021 год равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22. \quad (4)$$

После расчета коэффициента календарности можно составить таблицу временных показателей проведения научного исследования и диаграмму Ганта.

Поскольку нам известно T_p , то количество календарных дней мы получим по следующей формуле:

$$T_k = k_{\text{кал}} \cdot T_p \quad (5)$$

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работы	Исполнители работы	Трудоемкость работ, чел-дни			Длительность работ, дни			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{ср}$	$T_{ск}$	$T_{нрр}$	$T_{нрк}$
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Н	2	3	2,4	–	–	2	3
Составление и утверждение ТЗ	С, Н	5	7	5,8	6	7	6	7
Подбор и изучение теоретического материала по тематике	С	14	21	16,8	17	20	–	–
Разработка календарного плана	С, Н	5	7	5,8	6	7	6	7
Обсуждение литературы	С	5	7	5,8	6	7	–	–
Составление структурной схемы устройства	С	4	6	5,2	5	7	–	–
Разработка блок – схемы, принципиальной и функциональной	С	9	15	11,4	11	14	–	–
Выбор и расчет элементов	С	14	21	16,8	17	20	–	–
Лабораторные испытания системы	С, Н	9	15	11,4	11	14	11	14
Оформление расчетно – пояснительной записки	С	11	21	15	15	18	–	–
Подведение итогов, оформление работы	С, Н	9	15	11,4	11	14	11	14



Рисунок 19 – Диаграмма Ганта для студента



Рисунок 20 – Диаграмма Ганта для научного руководителя

Ориентировочные даты выполнения работы: с 25.01.2021 г. по 28.05.2021

3 Бюджет научно-технического исследования

3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Для обеспечения полного и достоверного отражения всех видов расходов, связанных с выполнением научно-технического исследования, необходимо провести бюджетное планирование проекта. Уделение данному вопросу должного внимания позволит облегчить планирование и координацию деятельности, а также сделать прозрачными все мероприятия и расходуемые ими ресурсы, что существенно повышает эффективность работ.

Данный раздел включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, например, приобретаемое сырьё и материалы, комплектующие изделия, полуфабрикаты и т.д. Здесь необходимо отразить какое именно сырьё или материалы, комплектующие изделия или полуфабрикаты нужно приобрести для разработки и реализации проекта, в каком количестве, а также привести их примерную стоимость

В материальных затратах учтены расходы на аппаратную и программную часть. Материалы, необходимые для выполнения данной работы, и расчет материальных затрат представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб
Двигатель постоянного тока 20Вт	шт.	1	6570,00
ОВЕН ТРМ212 ПИД-регулятор с универсальным входом для задвижек с RS-485	шт.	1	8784,00
Индуктивный датчик перемещения LJ8A3-2-Z	шт.	1	1932,00
Доп. материалы	шт.	1	2375,00
Итого:			19661,00

3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных целей

В специальное оборудование входит оборудование для рабочего места: системный блок, монитор, клавиатура и компьютерная мышь. Затраты на специальное оборудование приведены ниже в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на специальное оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена за 1 ед. оборудования	Затраты, руб.
Системный блок	1	49999	49999
Монитор	1	4999	4999
Клавиатура	1	999	999
Компьютерная мышь	1	999	999
Итого:			56996

Срок полезного использования офисных машин (в соответствии с их кодом 330.28.23.23) составляет от 2 до 3 лет. Для вычисления амортизации данный срок примем этот срок равный 3 годам.

Норма амортизации вычисляется по следующей формуле:

$$A_n = \frac{100\%}{3} = 33,33\%. \quad (6)$$

Годовые амортизационные вычисления составляют:

$$A_z = S \cdot \frac{A_n}{100\%} = 56996 \cdot 0,33 = 18808,68 \text{ руб.} \quad (7)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления составят:

$$A_m = \frac{18808,68}{12} = 1567,39 \text{ руб.} \quad (8)$$

Итого за весь период выполнения исследовательской работы, с учётом того, что его продолжительность равна 4 месяцам, амортизация равна:

$$A = A_m \cdot 4 = 1567,39 \cdot 4 = 6269,56 \text{ руб.} \quad (9)$$

3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная зарплата – это та часть зарплата, которая выплачивается работнику гарантированно, не зависимо от результатов труда.

Расчёт баланса рабочего времени приведён в таблице 11.

Таблица 11 – Баланс рабочего времени (для 6-дневной недели)

Показатель рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	243

Таким образом, в 2021 году действительный годовой фонд рабочего времени составляет 243 дня при 56 дней потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни). На основании всех найденных показателей, можно составить таблицу расчета основной заработной платы. Оклад студента принимается за 15000 рублей в месяц, а оклад научного руководителя – 35000 рублей в месяц.

Расчет заработной платы работника за месяц ведется по формуле:

$$З_{м_С} = З_{ок_С} \cdot (1 + K_{np} + K_o) \cdot K_p = 15000 \cdot (1 + 0.3) \cdot 1.3 = 25350 \text{ руб.}$$

$$З_{м_НР} = З_{ок_НР} \cdot (1 + K_{np} + K_o) \cdot K_p = 35000 \cdot (1 + 0.3) \cdot 1.3 = 59150 \text{ руб.}$$

Где $З_{ок}$ – оклад работника за месяц, руб.;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент (0.3);

K_p – районный коэффициент (для города Томска 1.3);

K_d – коэффициент доплат и надбавок (0).

При этом учитывалось, что коэффициент доплат и надбавок равен 0, поскольку к этому нет никаких предпосылок – ни вредных условий, ни расширения сферы обслуживания.

Расчет среднедневной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{дн_C} = \frac{Z_{м_C}}{F_{д_C}} = \frac{25350}{26} = 975 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн_HP} = \frac{Z_{м_HP}}{F_{д_HP}} = \frac{59150}{26} = 2275 \text{ руб.}$$

Z_m – заработная плата работника за месяц, руб.

F_d – количество дней в течение месяца, раб. дни, и для 6-дневной рабочей недели и текущего 2021 года равно 26.

Расчет основной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{осн_C} = Z_{дн_C} \cdot T_{p_C} = 975 \cdot 105 = 102375 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн_HP} = Z_{дн_HP} \cdot T_{p_HP} = 2275 \cdot 36 = 81900 \text{ руб.}$$

Всю полученную выше информацию сведем в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{дн}$, руб	$K_{пр}$	K_d	K_p	T_p	$Z_{осн}$, руб.
С	975	0.3	0	1.3	105	102375
Н	2275	0.3	0	1.3	36	81900
Итого:						184275

Где С – студент, НР – научный руководитель.

Общий размер основной заработной платы составил 184275 рублей.

3.4. Дополнительная заработная плата

Дополнительная зарплата назначается за совмещение работы с учёбой, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и пр. Дополнительная заработная плата рассчитывается умножением на надбавочный коэффициент. Величина надбавочного коэффициента в рамках научной работы была принята за 0,15.

Результат расчёта дополнительной заработной платы работников приведён в таблице 13.

Таблица 13 – Расчёт дополнительной заработной платы работников

Исполнители	Основная заработная плата	Надбавочный коэффициент	Дополнительная заработная плата
С	102375	0,15	15356,25
Н	81900		12285,00
Итого:			27641,25

Общий размер дополнительной заработной платы составил 27641,25 рублей.

3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Данная статья включает обязательные отчисления в фонд социального страхования, пенсионный фонд и фонд медицинского страхования. Размер отчислений зависит от размера заработной платы по следующей формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}). \quad (10)$$

Где $З_{внеб}$ – размер отчислений на уплату во внебюджетные фонды;

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды;

$З_{осн}$ – основная заработная плата работника;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата работника.

В таблице 14 представлен результат расчёта отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 14 – Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата	Дополнительн ая заработная плата	Коэффициент отчислений во внебюджетны е фонды	Сумма отчислений во внебюджетны е фонды
С	102375	15356,25	0,302	35554,84
Н	81900	12285,00		28443,87
Итого:				63998,71

Суммарный размер отчислений во внебюджетные фонды составил 63998,71 рублей.

3.6 Накладные расходы

Для учета дополнительных затрат, не относящихся к основному производству, используются накладные расходы. Величина данной статьи расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = 0,16 \cdot (З_{м} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб} + З_{ам}). \quad (11)$$

Таким образом, накладные расходы составляют:

$$\begin{aligned} З_{накл} &= 0,16 * (19661,00 + 56996,00 + 184275,00 + 27641,25 + 63998,71) \\ &= 56411,51 \end{aligned}$$

Для данной работы накладные расходы составляют 179218,32 рублей.

3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные ранее величины затрат научно-исследовательской работы формируют основу его бюджета. Сумма всех этих величин является нижней границей реальных затрат, необходимых для проведения работ. В таблице 15 представлен бюджет проекта.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, руб	Удельный вес, %	Примечание
Материальные затраты	19661,00	4,84	Пункт 8.3.1
Затраты на специальное оборудование	56996,00	13,93	Пункт 8.3.2
Затраты на основную заработную плату	184275,00	45,05	Пункт 8.3.3
Затраты на дополнительную заработную плату	27641,25	6,75	Пункт 8.3.4
Страховые взносы	63998,71	15,64	Пункт 8.3.5
Накладные расходы	56411,51	13,79	Пункт 8.3.6
Общий бюджет	408983,47	100	Сумма всех пунктов

На основании вышеприведенных расчетов, можно отметить несколько пунктов: основную статью бюджета занимают затраты на основную

заработную плату – 45,05 %. Самой низкой статьёй расходов являются затраты на материальные затраты – 4,84 %.

4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность проекта показывает соответствие затрат и результатов проекта интересам и целям участников, а также интересам государства и населения.

При расчете данного проекта применялась формула, приведенная ниже, так как рассчитать в денежном эквиваленте прибыль от внедрения разрабатываемого программного обеспечения для учебного стенда не представляется возможным. Это обусловлено, в первую очередь, исследовательским характером проекта. Прибыльность проекта в будущем обусловлена автоматизацией процессов, что обеспечит меньшее необходимое число сотрудников.

Эффективность проекта определяется с помощью интегрального показателя по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \times b_i \quad (12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик процесса обезвешивания панелей солнечных батарей до и после внедрения проекта

Параметры/объект исследования	Весовой коэффициент параметра	До внедрения проекта	После внедрения проекта
Надежность работы	0.15	3	4
Качество экспериментов, проводимых на лабораторном стенде	0.3	3	5
Простота настройки	0.2	3	4
Удобство эксплуатации	0.25	2	5
Ресурсоэффективность	0.1	5	4
Итого	1	16	22

На основании данной таблицы рассчитаем интегральные показатели эффективности для каждого варианта:

$$I_{до} = 0.15 \cdot 3 + 0.3 \cdot 3 + 0.2 \cdot 3 + 0.25 \cdot 2 + 0.1 \cdot 5 = 2,95 \text{ ед.}$$

$$I_{после} = 0.15 \cdot 4 + 0.3 \cdot 5 + 0.2 \cdot 4 + 0.25 \cdot 5 + 0.1 \cdot 4 = 4,55 \text{ ед.}$$

Как мы можем видеть, после внедрения нашего проекта интегральный показатель увеличился на 1,60 единиц или же увеличился на $\frac{4,55 - 2,95}{2,95} \cdot 100\% = 54,24\%$, что говорит нам о том, что данный проект можно внедрять. Высокий рост эффективности обусловлен тем фактом, что идет значительное улучшение ключевых факторов, таких как удобство эксплуатации, а также качество экспериментов, проводимых на программном обеспечении.

Оценка экономической эффективности проекта

Таким образом, можно сделать следующие выводы по разделу, в результате выполнения раздела выпускной квалификационной работы, посвященного финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению, была дана оценка коммерческого потенциала разработки, спланирован график работ, рассчитан бюджет затрат и определена эффективность исследования.

Анализ полученных результатов подтвердил актуальность проекта. Использование методик, приведенных в основной части выпускной квалификационной работы действительно позволяет улучшить и ускорить процесс в различных промышленных отраслях, которые были перечислены выше.

Отсутствие открытых разработок подобного рода связано с достаточно узким направлением разработки системы контроля, которое разработчики зачастую не выпускают для коммерции в силу выполнения под конкретные задачи и оборудование. В связи с этим конкурентоспособность оценивалась посредством QuaD-анализа. Как результат, у данного проекта получилось средневзвешенное значение перспективности, равное 85,25, что означает, что данный проект является перспективным.

В ходе SWOT-анализа были выявлены слабые и сильные стороны проекта, а также теоретические возможности и угрозы. В ходе данного анализа были выявлены те решения, которые необходимо принять для устранения недостатков проекта.

В ходе планирования проекта были поставлены конкретные задачи, а также сроки их решения. Пользуясь этими расчетами, была построена диаграмма Ганта. В результате были установлены общие сроки реализации проекта, которые составили с 25.01.2021 по 28.05.2021. Диаграмма Ганта также продемонстрировала распределение работ между участниками проекта.

При расчете бюджета проекта были определены статьи материальных затрат, статьи расходов на заработную плату, на отчисления во внебюджетные

фонды, а также на амортизацию и накладные расходы. Основную часть бюджета составили затраты на основную заработную плату – 184275 руб. (45,05 %), а минимальные расходы пришлось на материальные затраты – 19661,00 руб. (4,84 %). Общий бюджет проекта составил 408983,47 руб. Данная сумма обусловлена, в первую очередь, с большой заработной платой для сотрудников, а также страховые взносы.

Самым последним пунктом была выполнена оценка эффективности инвестиционного проекта. Данные расчеты были выполнены для оценки затрат и выходных результатов проекта. Было выявлено повышение интегрального показателя на 1,6 единиц (на 54,24 %). Данная цифра показывает потенциальную возможность успешного внедрения продукта.

Заключение

В ходе выполнения данной работы был проведён обзор существующих датчиков перемещения, также рассмотрена работа стенда и проведен эксперимент для определения максимально эффективного расстояния от датчика до подвижного объекта. В результате эксперимента было выявлено, что эффективным расстоянием от датчика до подвижного объекта 3 миллиметра.

Список используемой литературы

1. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
4. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
5. ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере
6. Приказ об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (с изменениями на 13 сентября 2018 года)
7. «Межотраслевые правила охраны труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».
8. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1)
9. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления».
10. Постановление Правительства РФ от 23 мая 2002 г. N 340 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами».
11. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов
12. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности НПБ 105-03.

13. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
14. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для всех специальностей/ сост. В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 29 с.
15. Индуктивный датчик: принцип работы, схемы подключения, характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/induktivnyy-datchik> – Дата доступа: 05.03.2021.
16. TRM202 двухканальный регулятор с универсальным входом и RS-485 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/product/trm202>. – Дата доступа: 05.03.2021.
17. Индуктивные датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/2_30295_induktivnie-datchiki.html. – Дата доступа: 05.03.2021.
18. Обзор датчиков перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://osensorax.ru/posiciya/obzor-datchikov-peremeshheniya>. – Дата доступа: 05.03.2021.
19. Курганов, В.В. Использование индуктивного преобразователя перемещения для решения задачи позиционирования движущегося объекта / В.В. Курганов, Е.А. Погадаев,. – Томск: XII Международная научно практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», 392-393 с.
20. Емкостные датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://osensorax.ru/posiciya/emkostnoj-datchik>. – Дата доступа: 12.05.2021.
21. Датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://osensorax.ru/posiciya/obzor-datchikov-peremeshheniya>. – Дата доступа: 12.05.2021.

22. Датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusautomation.ru/promavtomatika/datchiki-polozheniya-i-peremesheniya>. – Дата доступа: 15.03.2021.
23. Датчики Холла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5970891/page:7>. – Дата доступа: 23.04.2021.
24. Оптические датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://azbukakip.ru/publ/ehlementy_avtomatiki/opticheskie_datchiki_polozhenija/3-1-0-73. – Дата доступа: 21.04.2021.
25. Ультразвуковые датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tion.ru/blog/datchik-dvizhenija>. – Дата доступа: 21.04.2021.
26. Эффект Доплера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosuchebnik.ru/material/effekt-doplera/>. – Дата доступа: 21.04.2021.
27. Магниторезистивные датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/356821/tehnika/magnitorezistivnye_datchiki. – Дата доступа: 21.04.2021.
28. Потенциометрические датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/882564/>. – Дата доступа: 21.04.2021.
29. Датчики Холла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/ehlektroinform/datchik-holla--prostoe-poiاسnenie-ustroistva-i-principa-raboty-5f3c314abfa6e25f05978a2a>. – Дата доступа: 11.05.2021.
30. Устройство датчиков Холла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prodatchik.ru/vidy/ustrojstvo-datchika-holla/>. – Дата доступа: 11.05.2021.
31. Индукционные датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asutpp-ru.turbopages.org/asutpp.ru/s/induktivnyy-datchik.html>. – Дата доступа: 11.05.2021.

32. Индукционные датчики приближения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusautomation.ru/promavtomatika/induktivnye-datchiki-priblizheniya>. – Дата доступа: 11.05.2021.
33. Фотоэлектрические датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elektroklub-nn.ru/pravila-montazha/fotoelektricheskij-datchik-2.html>. – Дата доступа: 15.03.2021.
34. Оптические датчики перемещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://osensorax.ru/posiciya/opticheskij-datchik#i-7>. – Дата доступа: 15.03.2021.
35. Ультразвуковые датчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medford.ru/o-kompanii/stati/fizika-ultrazvuka-i-pravilnyj-vybor-ultrazvukovyh-datchikov>. – Дата доступа: 15.03.2021.